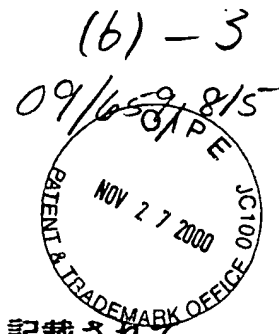


日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 4月 3日

願 番 号
Application Number:

特願2000-100784

願 人
Applicant (s):

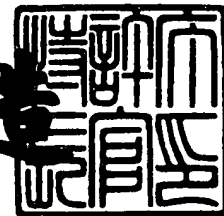
株式会社東芝

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 7月21日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3058133

【書類名】 特許願

【整理番号】 13B0010171

【提出日】 平成12年 4月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G08G 1/16

【発明の名称】 障害物検出装置

【請求項の数】 4

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番30号 株式会社東芝 関西支社内

 【氏名】 小野口 一則

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番30号 株式会社東芝 関西支社内

 【氏名】 服部 寛

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番30号 株式会社東芝 関西支社内

 【氏名】 武田 信之

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100081732

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大胡 典夫

【選任した代理人】

 【識別番号】 100075683

 【弁理士】

【氏名又は名称】 竹花 喜久男

【選任した代理人】

【識別番号】 100084515

【弁理士】

【氏名又は名称】 宇治 弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009427

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0001435

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 障害物検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自車両に離間して配置される受光部から、この自車両の周囲Zの領域を画素の集合で形成された画像として実質的に同時に撮像し、第1の画像の第1の画像情報を得る第1の撮像手段および第2の画像の第2の画像情報を得る第2の撮像手段と、

前記第1の画像情報および第2の画像情報を記憶する画像情報蓄積手段と、

前記画像情報蓄積手段に記憶された前記第1の画像情報の前記第1の画像の任意の画素が前記自車両が存在する道路面上存在すると仮定した場合の第2の画像情報の前記第2の画像中の対応する画素を求めて前記任意の画素と前記対応する画素との輝度差を求めて輝度差画像を得る輝度差画像形成手段と、

前記輝度差画像中の各画素を輝度差が基準値以上の画素と基準値未満の画素とに識別して識別画像を得る識別画像形成手段と、

前記識別画像において画素の集合が略くさび形状であるような領域を検出して障害物領域と判定する判定手段と

を具備したことを特徴とする障害物検出装置。

【請求項 2】

前記判定手段は、前記識別画像の前記略くさび形状の領域中の下方向の最下画素が前記識別画像に対応する前記第1もしくは第2の画像中の前記障害物領域と前記自車両が進行する道路との接点もしくは前記障害物領域の一部分であって前記自車両に一番近い部分であると判定することを特徴とする請求項1に記載の障害物検出装置。

【請求項 3】

前記判定手段は、前記識別画像に対応する前記第1および第2の画像の走査線方向に略一致して存在する前記略くさび形状の領域の辺が前記辺に対向する頂点に比べて前記第1および第2の画像中の上方向になるように存在するものを障害物領域と判定することを特徴とする請求項1乃至2のいずれかに記載の障害物検

出装置。

【請求項 4】

前記判定手段は、前記識別画像中の略同一走査線上に離間して存在する略同一形状のくさび形状の領域を一对検出しこの一对のくさび形状の領域間が障害物であると判定することを特徴とする請求項 1 に記載の障害物検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、障害物検出装置に係り、自車両が走行中に先行車両、駐車車両、または歩行者等の道路上に存在する障害物を検出する障害物検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば自動車の安全運転の支援や自動走行を実現するために、自車両の走行方向前方に存在する障害物を検知することは重要である。

【0003】

従来、障害物を検知するための技術には、レーザや超音波等を利用するものと、テレビカメラを利用するものがあった。レーザを利用するものは装置が高価となり、超音波を利用するものは超音波の解像度が低いため、障害物の検出精度に問題が生じる可能性があり実用性は低かった。また、レーザや超音波等を用いる能動センサ単独では走行レーンを認識することができなかった。

【0004】

これに対し、テレビカメラは比較的安価であり、解像度や計測精度、計測範囲の面からも障害物検出に適する。また、走行レーンの認識も可能である。テレビカメラを用いる場合には、1台のカメラを使用する方法と複数台のカメラ（ステレオカメラ）を使用する方法がある。

【0005】

1台のカメラを使用する方法は、そのカメラで撮像した1枚の画像から、輝度や色、あるいはテクスチャ等の情報を手がかりにして道路領域と障害物領域とを分離する。

【 0 0 0 6 】

例えば、撮像された画像中で彩度の低い中程度の輝度領域、つまり灰色の領域を抽出して道路領域とすることや、テクスチャの少ない領域を求めて、この領域を道路領域として抽出し、それ以外の領域を障害物領域とする場合もある。しかしながら、道路と似た輝度、色、あるいはテクスチャを持った障害物も数多く存在するため、この方法では障害物領域と道路領域とを切り分けるのは困難であった。

【 0 0 0 7 】

これに対し、複数台のカメラを用いる方法は 3 次元情報を手がかりにして障害物を検出する。この方法は一般にステレオ視と呼ばれており、例えば 2 つのカメラを左右に配置し、3 次元空間中で同一点である点を左右画像間で対応づけ、三角測量の要領で、その点の 3 次元位置を求めるものである。各カメラの道路平面に対する位置や姿勢等をあらかじめ求めておくと、ステレオ視により画像中の任意の点の道路平面からの高さを得ることができる。

【 0 0 0 8 】

このようなステレオ視の技術によって、高さの有無を求め障害物領域と道路領域とを分離することができる。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、通常のステレオ視には、対応点探索という問題がある。ステレオ視とは、一般的には画像上の任意の点のステレオカメラに固定した座標系（以下ではステレオカメラ座標系と称する）に対する 3 次元位置を求める技術である。対応点探索は空間中で同一である点を左右の画像間で対応づける際に必要な探索計算を意味し、計算費用が極めて高くなるという問題がある。この対応点探索は、ステレオ視の実用化を妨げる要因となっている。

【 0 0 1 0 】

しかし、画像上で道路領域と障害物領域とを分離すればよいのであれば、対応点探索は必要でなく、道路平面からの高さの有無は、例えば以下のようにして判別できる。

【 0 0 1 1 】

道路平面上の点の左右画像への投影点を各々 (u, v) , (u', v') とすれば、

【数 1】

$$u' = \frac{h_{11}u + h_{12}v + h_{13}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}}, v' = \frac{h_{21}u + h_{22}v + h_{23}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}} \dots (1)$$

という関係式が成り立つ。

【外 1】

$\bar{h} = (h_{11}, h_{12}, h_{13}, h_{21}, h_{22}, h_{23}, h_{31}, h_{32}, h_{33})$ は、各カメラの道路平面に対する位置と姿勢、さらに、各カメラのレンズの焦点距離、画像原点に依存するパラメータである。

\bar{h} は、あらかじめ道路平面上の4点以上の左右画像への投影点 (u_i, v_i) , (u'_i, v'_i) ($i = 1, 2, \dots, N$) から求めておく。この関係式を用いて、左画像上の任意の点 $P(u, v)$ が道路平面上に存在すると仮定した場合の右画像上の対応点 $P'(u', v')$ を求める。

点 P が道路平面上に存在すれば、点 P と P' が正しい対応点の組となるので、2点の輝度は一致する。したがって、点 P と P' の輝度が異なる場合には、点 P は障害物領域に属すると判定することができる。この方式は、式 (1) のみから直接的に画像上の任意の点の道路面からの高さの有無を判定可能であり、式 (1) の係数は道路上の4点以上の特徴点の左右画像への投影点だけから求めることができ、左右画像間の対応点探索が不要である。

【外 2】

屋内環境で平坦な床面を比較的低速で移動する場合には、 \bar{h} は固定とみなせるので、一度求めた \bar{h} を用いて正しく障害物を検出することができる。

しかしながら、車両が屋外を走行する場合には、車両自身の振動や道路の傾斜の変化等のため、道路平面と各カメラの相対的な位置や姿勢との関係は時々刻々変化する。

【外 3】

したがって、この手法は、車体の振動により道路面状のペイント、汚れ、影などの周辺に誤抽出領域が多発するという問題点を抱えている。

【0 0 1 2】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように従来のテレビカメラを利用する障害物検出装置では、使用環境が限定されていたり、計算量が多い対応探索が必要であったり、車両の走行中の振動による障害物の検出精度の低下と共に、車両の振動による道路上の各種ペイント、汚れ、影などの周辺に誤抽出領域が発生し、真の障害物の検出性能が著しく悪くなるという問題があった。

【0 0 1 3】

そこで、本発明は上記従来の問題点に鑑みてなされたもので、車両がどのような道路上を走行中であっても、安定して真の障害物を検出する障害物検出装置の提供を目的とする。

【0 0 1 4】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明の障害物検出装置では、自車両に離間して配置される受光部から、この自車両の周囲Zの領域を画素の集合で形成された画像として実質的に同時に撮像し、第1の画像の第1の画像情報を得る第1の撮像手段および第2の画像の第2の画像情報を得る第2の撮像手段と、前記第1の画像情報および第2の画像情報を記憶する画像情報蓄積手段と、前記画像情報蓄積手段に記憶された前記第1の画像情報の前記第1の画像の任意の画素が前記自車両が存在する道路面上存在すると仮定した場合の第2の画像情報の前記第2の画像中の対応する画素を求めて前記任意の画素と前記対応する画素との輝度差を求めて輝度差画像を得る輝度差画像形成手段と、前記輝度差画像中の各画素を輝度差が基準値以上の画素と基準値未満の画素とに識別して識別画像を得る識別画像形成手段と、前記識別画像において画素の集合が略くさび形状であるような領域を検出して障害物領域と判定する判定手段とから構成される。ここで画像情報とは複数の画素からなる画像およびこの画像を電氣的な記号に変換したものを指

す。

【0015】

ここで、前記検出部の動作について図1乃至図5を参照して説明する。

【0016】

画素対応づけ手段の動作は、具体的には、第1の撮像手段により撮像された第1の画像を、第2の撮像手段の視点から見える画像に変換して、この変換された変換画像を得ることである。

【0017】

尚、この変換に使用されるパラメータは、複数の撮像手段であるカメラと、自車両が走行する道路平面が典型的な幾何学的関係を持つ（例えば傾きのない道路面上に静止した車両を配置した場合）ようにして予め一回だけ求め得たものであり、車両の走行中、つまり障害物検出の動作が行われている時には、変更されないものとする。

【0018】

まず、図1の動作を説明するための斜視図に示す通り、2台のカメラ10a、10bが搭載された車両を傾きのない平坦な道路面上に配置する。道路面上には車両の進行方向に互いに平行に引かれている白線があり、この白線を1、1'とする。

【0019】

これら2台のカメラ10a、10bの互いの位置や姿勢の関係は障害物検出装置にとっては未知であり、エピポーラ拘束のみが既知であるとし、車両の走行中ではカメラ10a、10bの位置、姿勢、エピポーラ拘束は変化しないものとする。

【0020】

尚、このエピポーラ拘束とは、一般的なステレオ画像に対して成り立つ拘束であり、図2のエピポーラ拘束の説明図に示す通り、カメラ10aにて撮像された画像（左画像）上の任意の点Pは、カメラ10bにより撮像された画像（右画像）上の対応点P'を含む所定の直線上に存在するよう拘束される状態をいう。この直線をエピポーララインと呼ぶ。

【 0 0 2 1 】

例えば、各カメラの光軸を互いに平行になるよう配置した場合には、左画像の任意の点Pの対応点は、右画面上では同一走査線上に存在するため、エピポーララインと走査線とは一致することになる。エピポーラ拘束は、ステレオカメラ間の相対的な位置、姿勢の関係と、各カメラの内部パラメータ、すなわちカメラレンズの焦点距離、画像原点に依存するため、エピポーラ拘束が変更せず不変であることはステレオカメラの相対的な位置関係や、内部パラメータが車両の走行中に変化しないことを意味している。

【 0 0 2 2 】

このエピポーラ拘束は、以下に示す式(2)のとおり定式化される。

【数2】

$$(u, v, 1)F(u, v, 1)^T = 0 \cdots (2)$$

【外4】

ここで、左画像上の任意の点Pを (u, v) とし、右画像上の対応点を (u', v') とする。

Fは 3×3 の行列であり、基礎行列と呼ばれる。式(2)を展開して整理すると以下に示す(3)のように表せる。

【数3】

$$(F_{11}u + F_{12}v + F_{13})u' + (F_{21}u + F_{22}v + F_{23})v' + (F_{31}u + F_{32}v + F_{33}) = 0 \cdots (3)$$

【外5】

式(3)は、左画像上の点 (u, v) に対応する右画像上のエピポーララインを表しており、ここで $F_{ij} (i, j = 1, 2, 3)$ は、行列Fのj行i列の要素であり、複数の対応点の組から予め求めえられたものである。

行列Fは9つの要素からなるが各要素は独立ではなく、理論的には7つ以上の対応点の組から各要素を求めることができる。各対応点の組の3次元位置は不要であるので、行列F、つまりエピポーラ拘束の算出は比較的容易である。

【 0 0 2 3 】

各画像における l, l' は 3 次元空間中では互いに平行であるが、左右のカメラが撮像した画像上では、図 3 の各カメラが撮像した白線領域に示すとおり、各画像の l, l' は画面上では消失点と呼ばれる無限遠方の点で交差する。

【0024】

次に、道路面上の対応点同士の間になり立つ関係式を求めていく。図 4 の対応点を説明する図に示す通り、左画像において直線 l 上の任意の 2 点を A, C とし、直線 l' 上の任意の 2 点を B, D とする。

【0025】

これら 4 点の右画像上の対応点を、 A', B', C', D' は予め求め得ていたエピポーラ拘束を用いることで容易に算出することができる。すなわち、点 A の対応点 A' は、右画像上において直線 l と点 A のエピポーラライン L_A との交点に一致する。同様に、点 B', C', D' についても、各点 B, C, D と各エピポーラライン L_B, L_C, L_D との交点として求めることができる。

【外 6】

点 A, B, C, D とその対応点 A', B', C', D' との座標を、

$(u_1, v_1), (u_2, v_2), (u_3, v_3), (u_4, v_4), (u'_1, v'_1), (u'_2, v'_2), (u'_3, v'_3), (u'_4, v'_4)$ とする。

(u_i, v_i) と (u'_i, v'_i) ($i=1, 2, 3, 4$) との間には、

【数 4】

$$u'_i = \frac{h_{11}u_i + h_{12}v_i + h_{13}}{h_{31}u_i + h_{32}v_i + h_{33}}, v'_i = \frac{h_{21}u_i + h_{22}v_i + h_{23}}{h_{31}u_i + h_{32}v_i + h_{33}} \dots (4)$$

なる関係式が成り立つ。

【外 7】

これら8つの方程式を $\bar{h} = (h_{11}, h_{12}, h_{13}, h_{21}, h_{22}, h_{23}, h_{31}, h_{32}, h_{33})$ について解く。任意の1つの解 \bar{h} が上式(4)を満足するならば、その定数 k 倍 $k\bar{h}$ も上式を満足するため、 $h_{33}=1$ としても一般性を失わない。したがって、8つの方程式から9つの要素からなる \bar{h} を求めることができる。

このようにして求められた $\bar{h} = (h_{11}, h_{12}, h_{13}, h_{21}, h_{22}, h_{23}, h_{31}, h_{32}, h_{33})$ を用いることによる、左画像の任意の点 $P(u, v)$ が道路面上に存在すると仮定した場合の右画像上の対応点 $P'(u', v')$ を求めることができ、次式(5)のように示すことができる。

【数 5】

$$u' = \frac{h_{11}u + h_{12}v + h_{13}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}}, v' = \frac{h_{21}u + h_{22}v + h_{23}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}} \dots (5)$$

このようにして求めた変換は、例えば図5の変換画像例に示す通り、ステレオ画像では、左カメラ画像(a)を右カメラ視点に変換した場合、(c)に示されるような画像となる。つまり、道路面上の画素、同図中では車両のタイヤと道路路面との接地点では正しく対応点に変換されることができのに対し、空間的に高さを持った物体は画像中で倒れ込むような歪みを伴って変換される。

【外 8】

従って、点 $P(u, v)$ 、点 $P'(u', v')$ の輝度を各々 $I_L(u, v)$ 、 $I_R(u', v')$ とした場合、点 $P(u, v)$

が実際に道路面上に存在すれば、点 P と P' は正しい対応点の組となるから、基本的には点 P と P' の輝度が同じになる。逆に、両者の輝度が異なれば、点 P 、点 P' は道路面上にはない点であることになる。

【0 0 2 6】

道路路面とカメラとの関係が一定であれば、

【数 6】

$$D = |I_L(u, v) - I_R(u', v')| \cdots (6)$$

(ただし、 $| |$ は絶対値を示す。)

として、 $D \neq 0$ 、あるいは左右のカメラの特性の違い等の誤差を考慮して、閾値 Thr を設定し、 $D > Thr$ となる点 P を障害物領域に属すると判定することが可能である。

【0027】

しかしながら実際には、車両の移動に伴うカメラの振動や道路面の傾きなど様々な変化が発生し、上述した式 (6) によって障害物を判別することは困難である。例えば、ランドマーク (「止」や速度制限表示、白線等) と道路面との輝度差が大きいため、仮定している道路面とカメラとの幾何学的関係 (前述の画像変換パラメータを求めた時のカメラと路面の関係) と実際の道路面とカメラとの幾何学的関係のずれによって、障害物ではないにもかかわらず式 (6) はランドマーク周辺 (= エッジ周辺) で大きな値を持つからである。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の障害物検出装置の実施の形態の構成を図面を参照して説明する。

【0029】

図 6 乃至図 10 は本発明の障害物検出装置の第 1 の実施の形態を示す図である。

【0030】

図 6 は本発明の障害物検出装置の第 1 の実施の形態のブロック構成図であり、障害物検出装置は、使用者が乗車する自車両 10 (図 7 参照) に設けられており互いにレンズである受光部 1a、1b が離間して配置される 2 台のステレオカメラからなる画像入力部 1、1 (撮像手段) と、画像入力部 1 により撮像された画像情報を記憶する画像情報蓄積部 2 と、撮像された画像に処理 (詳細は後述) を施して撮像画像中から障害物を検出して検出された結果を障害物領域画像として

得る検出部 3 と、障害物領域画像中から略くさび形状の領域を検出する判定手段なる車両検出部 4 とから構成される。尚、検出部 3 は画素対応づけ手段 3 a と輝度差画像形成手段 3 b と識別画像形成手段 3 c とからなる。

【0031】

尚、障害物の検出は、自車両が走行する際に発生するであろう振動や道路面に傾斜変化などが存在する条件のもとで、歩行者、先行車両、または道路面上に存在しえる障害物を検出する状況を想定している。また、2 台のステレオカメラの幾何学的関係や自車両への搭載時の構成は、前述の画像変換パラメータ算出時から変更、変化がないものとする。また、左側に配置された画像入力部 1 によって撮像された画像を第 1 の画像なる左カメラ画像とし、右側に配置された画像入力部 1 によって撮像された画像を第 2 の画像なる右カメラ画像とする。

【0032】

自車両 10 への画像入力部 1、1 の搭載は図 7 の第 1 の実施の形態の障害物検出装置の搭載例に示す通り、使用者の運転に支障がなく自車両 10 の進行方向（矢印 11 方向）が撮像可能な位置であれば車内であって車両の天井側でなく、いずれの個所に固定されていてもよい。ただし自車両の走行中に画像入力部 1、1 が固定される位置が変更されるようなことはないものとする。

【0033】

このような構成からなる障害物検出装置の動作について説明する。

【0034】

まず、2 台のテレビカメラを用いて、自車両の進行方向の領域を 2 枚の画像として同時に撮像する。なお画像は画素の集合で形成されている。

【0035】

次に、画像情報蓄積部 2 は、画像入力部 1 により入力された 2 枚の画像を画像メモリに画像情報として蓄積する。

【0036】

次に、検出部 3 は、図 8 の第 1 の実施の形態の検出部の動作の説明図に示す通り、画素対応づけ手段 3 a にて画像情報蓄積部 2 に記憶された第 1 の画像（画像情報）なる左カメラ画像を読み出して、自車両の静止時に予め求めておいた道路

平面上の任意の画素の左右カメラ画像への投影位置の間に成り立つ関係（道路平面拘束）に基づいて、左カメラ画像中の所定の画素に対応する右カメラ画像中の対応画素を求めマッチング処理を行う（同図（C）参照）。このとき任意の画素は左カメラ画像中の道路面上に存在すると仮定して右カメラ像中の対応する画素を求める。このマッチング処理は左カメラ像および右カメラ像それぞれを構成するの全ての画素に対して行う。

【 0 0 3 7 】

輝度差画像形成手段 3 b では、左カメラ画像中の画素に対応する右カメラ画像中の対応画素の輝度差を求める。求められた輝度差は輝度差画像として得る。

【 0 0 3 8 】

識別画像形成手段 3 c では、輝度差画像中の各画素の輝度差が例えば使用者によって予め設定された基準値以上であるか未満であるかを識別する。識別の結果基準値以上である画素は障害物領域とし、基準値以下であれば障害物領域ではない例えば道路面であるとして、障害物領域と道路面などの非障害物領域とを分ける。尚、左カメラ画像と右カメラ画像から得られた対応する各画素の輝度差は識別画像として得る。

【 0 0 3 9 】

次に、車両検出部 5 では、図 9 の車両検出部の動作説明図に示す通り、識別画像中から画素の集合が略くさび形状であるような領域を検出してこの検出された領域を障害物領域であると判定する。この障害物を検出するための領域を略くさび形状とした理由は経験的なことにもよるが、左カメラ画像を右カメラ視点へと画像変換した場合に車両の側面特に側面で高さが高くなっていく領域の画素の輝度が一致せずこの一致しない領域が略くさび形状であったためである。またこのくさび形状は画像左右方向の障害物の両端に強く表れる。

【 0 0 4 0 】

識別画像中から略くさび形状の領域を検出するには、図 1 0 に示すような、くさび形状のテンプレートが車両検出部 5 内部に記憶されており、このテンプレートを識別画像中でラスタ方向に走査してテンプレートマッチングを行ってなされる。テンプレートマッチングでは、テンプレートの大きさは検出される障害物

領域に比べ小さいものを用いている。

【 0 0 4 1 】

尚、くさび形状の領域およびテンプレートは、図 9、10 に示す通り、左カメラ画像（もしくは右カメラ画像）の走査線方向に略一致して存在する辺 H とこの辺 H に対向する頂点 P の位置関係が辺 H が画像中上方向にあるように配置されている。

【 0 0 4 2 】

車両検出部 5 によって検出された識別画像中の略くさび形状の領域の画像中下方向、つまり頂点 P の位置が、自車両の進行方向の障害物領域と自車両が進行する道路との接点、もしくは自車両に一番近い障害物領域の一部分であることになる。

【 0 0 4 3 】

また、車両検出部 5 により検出された略くさび形状の領域は、識別画像の略同一走査線上に離間して略同一形状で一对存在しており、この一对の略くさび形状の領域に挟まれた領域が障害物領域であると判断される。

【 0 0 4 4 】

また、車両検出部 5 で検出された障害物情報は、使用者に対して、音声などの聴覚的手段、光（画像を含む）などの視覚的手段、振動などの体感的手段により適宜提供することができる。

【 0 0 4 5 】

以上述べたような第 1 の実施の形態では、自車両がどのような道路上を走行中であっても、明るさの変動や先行車両などの影の影響をうけず、振動や道路自身の傾斜による影響を抑制し安定して障害物を検出することができる。また、障害物の存在を使用者に警告することにより、障害物が存在することによって発生する可能性のある使用者にとっての回避したい事象を避けることができる。

【 0 0 4 6 】

次に本発明の障害物検出装置の第 2 の実施の形態の構成について図 11 乃至図 14 を参照して説明する。

【 0 0 4 7 】

尚、以下の第 2 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と同一構成要素は同一符号を付し重複する説明は省略する。

【0048】

第 2 の実施の形態の特徴は、検出部が画像変換部 3-1 と差異計算部 3-2 とから構成され、左カメラ画像を右カメラ画像視点に変換したのち、この変換された画像の任意の領域と、この任意の領域に対応する右カメラ画像の対応領域とを比較して障害物検出を行うことである。

【0049】

図 11 は第 2 の実施の形態のブロック構成図であり、検出部 3 は、画像情報蓄積部 2 からの信号が入力される画像変換部 3-1 と、車両検出部 4 へ信号を出力する差異計算部 3-2 とから構成される。尚、画像入力部 1、画像情報蓄積部 2、車両検出部 4 の構成、動作は第 1 の実施の形態と同様である。

【0050】

このような構成からなる第 2 の実施の形態の動作について図 12 乃至図 14 を参照して説明する。

【0051】

尚、以下では、右カメラ画像から変換画像を求める場合について説明するが、左カメラ画像から変換画像を得る場合も同様である。

【外 9】

右画像中の任意の点 (u, v) を変数として、その各点に対して輝度値が定義された関数を $f(u, v)$ として表す。

図 11 の第 2 の実施の形態の動作の説明図に示す通り、各画像入力部 1 により左画像、右画像が入力される。

右画像を $g(u, v)$ として、その変換後の画像を $g'(u, v)$ とする。

ここで、 $g'(u, v) = g(u', v') \cdots (10)$

は式 (5) より求めるものとする。

$g'(u, v)$ は右画像 $g(u, v)$ 上の任意の点が道路平面上に存在すると仮定した場合の左カメラ画像である。

例えば、図 1 3 の第 2 の実施の形態の動作の説明図に示す通り、右カメラ画像を上述した式を用いて画像変換すれば、同図右側に示す変換画像を得ることができる。

【0 0 5 2】

また、図 1 4 の第 2 の実施の形態の動作の説明図に示す通り、道路平面上に存在する点の投影点は、左カメラ画像と変換画像とで同一となるのに対し、道路平面上にない点、すなわち、障害物（この場合は先行車両）上の点は、道路からの高さに応じて異なる位置に投影される。

【外 1 0】

したがって、この左カメラ画像と変換画像との対応する画素ごとの画素値の差分を取ることににより、道路平面上の障害物を検出する。つまり、左カメラ画像を $f(u, v)$ とすれば、

$$D' = |f(u, v) - g'(u, v)| \cdots (11)$$

（ただし、 $||$ は絶対値とする）

と表現できる。

$D' \neq 0$ 、あるいは誤差を考慮して $D' > \text{Thr}$ （Thr は予め設定された閾値）となる点 (u, v) は障害物領域であると判定する。

また、第 1 の実施の形態の検出部 4 は、各画像中の対応する画素間の画素値の差分をとることによって 2 枚の画像の差異を検出したが、差異計算部 3 - 2 では、各点に対して $(2w + 1) \times (2w + 1)$ （ただし、 w は自然数とする）のウィンドウを設定し、ウィンドウ内の輝度値の正規化相互相関 C を計算して各画像の差異を検出することもできる。

【0 0 5 3】

2 枚の画像

【外 1 1】

$F(u, v), G(u, v)$ の点 (u, v) の C は、

【数 7】

$$C = \frac{1}{N} \sum_{\eta=-w}^w \sum_{\xi=-w}^w \frac{(F(u+\xi, v+\eta) - a_1)(G(u+\xi, v+\eta) - a_2)}{\sigma_1 \sigma_2} \dots (12)$$

【外 1 2】

ここで、 $N = (2w+1) \times (2w+1)$ 、 a_1, a_2 は、2枚の画像のウィンドウ内の輝度の平均、 σ_1^2, σ_2^2 は2枚の画像のウィンドウ内の輝度の分散である。この場合、 $C < \text{Thr}$ となる点 (u, v) が障害物領域に属すると判定する。

検出された障害物領域は、障害物領域画像として車両検出部 5 に送られる。

【0 0 5 4】

以上述べたような第 2 の実施の形態では、走行中に自車両に振動が発生した場合や、走行している道路自身に傾斜がある場合において、自車両が走行する道路面に描かれる模様などを障害物であると誤検出するようなことをなくして、撮像される領域の明るさの変動や影の影響を防止し、道路面の真の障害物を安定して検出することができる。

【0 0 5 5】

尚、本発明は上記実施の形態には限定されず、その主旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できることは言うまでもない。例えば、画像入力部は 2 台のテレビカメラを用いているが、互いの光軸が平行であり互いの受光部が離間して自車両の進行方向の領域を画像として同時に撮像できれば、どのような配置であっても、3 台以上配置することもできる。

【0 0 5 6】

また、特徴抽出部では、任意の点 4 組対応関係を求めて変換パラメータを設定しているが、5 組以上の対応関係を用いることも可能であり、その場合には 10 式以上の連立方程式を最小自乗法などを用いて解けばよい。

【0 0 5 7】

また、道路面は平面を仮定しているが、地表に対して垂直方向に曲面を有している場合でも、平面と同様に障害物を検出することが可能である。

【 0 0 5 8 】

また、自車両は自動車、バイクなどを想定しているが、航空機、ヘリコプターなどの離着陸するような機体にも搭載し、離着陸する場所に存在する障害物の検出を行うこともできる。

【 0 0 5 9 】

また、上記 2 台のカメラを離して設置した例を示したが、複数の受光部を光学的に離間しカメラを一箇所に集中させたものを含むことは言うまでもない。

【 0 0 6 0 】

また、道路面として平面を仮定して説明してきたが、道路面を曲面として仮定した場合であっても、例えば曲面を複数の区分的な平面に近似し、画像変換パラメータを複数用意し、画像上で区分的に画像変換を行うことにより、障害物を検出することができる。

【 0 0 6 1 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、撮像手段に加わる振動や自車両が走行する道路面の傾きによる影響を受けず安定した障害物検出が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の障害物検出装置の撮像手段と道路面との位置関係を説明する図。

【図 2】 本発明の障害物検出装置のエピポーラ拘束の説明図。

【図 3】 本発明の障害物検出装置のエピポーラ拘束の説明図。

【図 4】 本発明の障害物検出装置のエピポーラ拘束の説明図。

【図 5】 本発明の障害物検出装置の画像変換部の動作の説明図。

【図 6】 本発明の障害物検出装置の第 1 の実施の形態のブロック図。

【図 7】 本発明の障害物検出装置の第 1 の実施の形態の撮像手段の構成図。

【図 8】 本発明の障害物検出装置の第 1 の実施の形態の検出部の動作の説明図。

【図 9】 本発明の障害物検出装置の第 1 の実施の形態の判定部の説明図。

【図 1 0】 本発明の障害物検出装置の第 1 の実施の形態の判定部の説明図。

【図 1 1】 本発明の障害物検出装置の第 2 の実施の形態のブロック図。

【図 1 2】 本発明の障害物検出装置の第 2 の実施の形態の検出部の動作の説明図。

【図 1 3】 本発明の障害物検出装置の第 2 の実施の形態の検出部の動作の説明図。

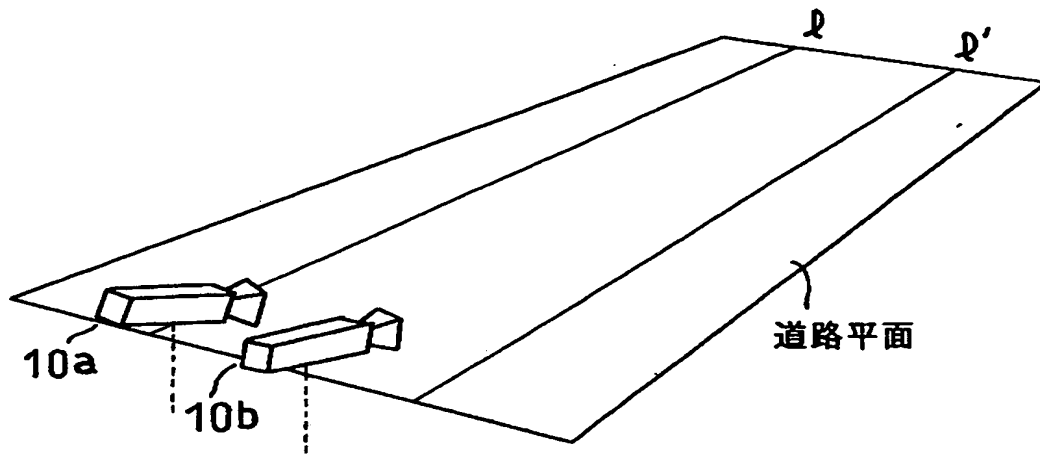
【図 1 4】 本発明の障害物検出装置の第 2 の実施の形態の検出部の動作の説明図。

【符号の説明】

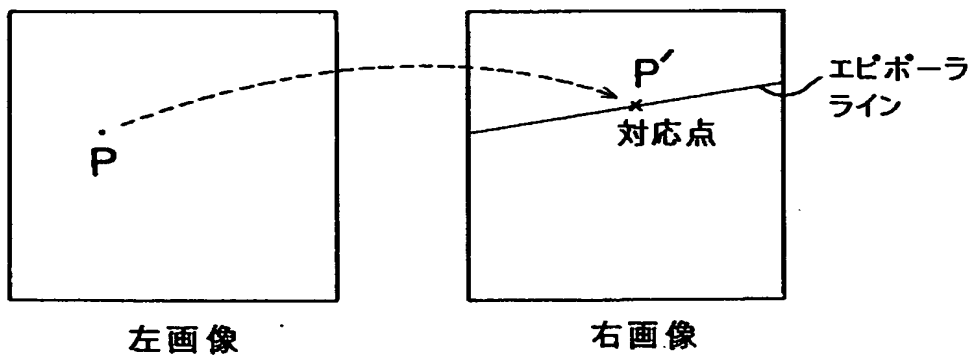
- 1 画像入力部
- 2 画像情報蓄積部
- 3 検出部
- 4 車両検出部

【書類名】 図面

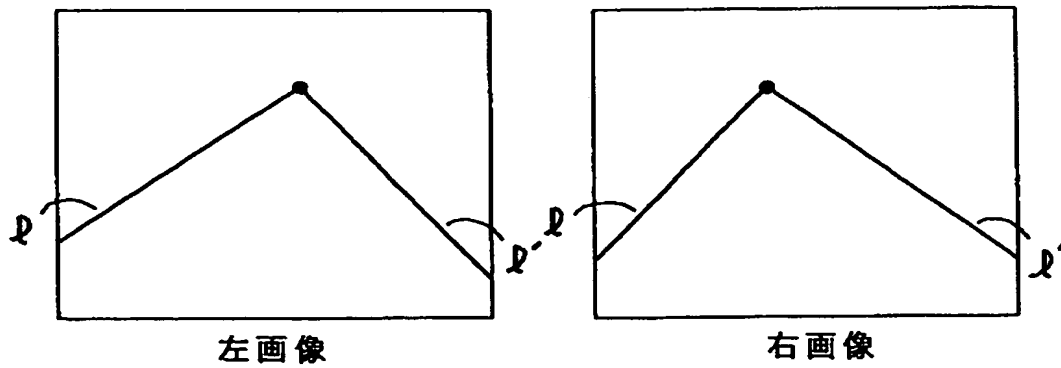
【図 1】



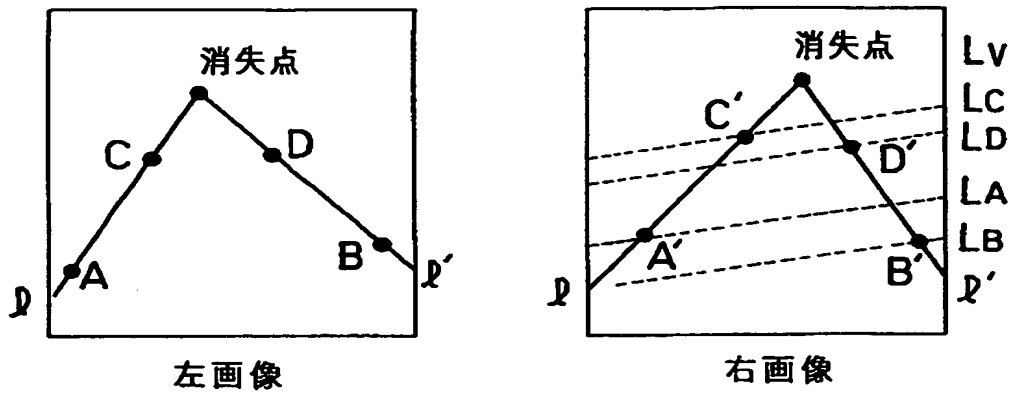
【図 2】



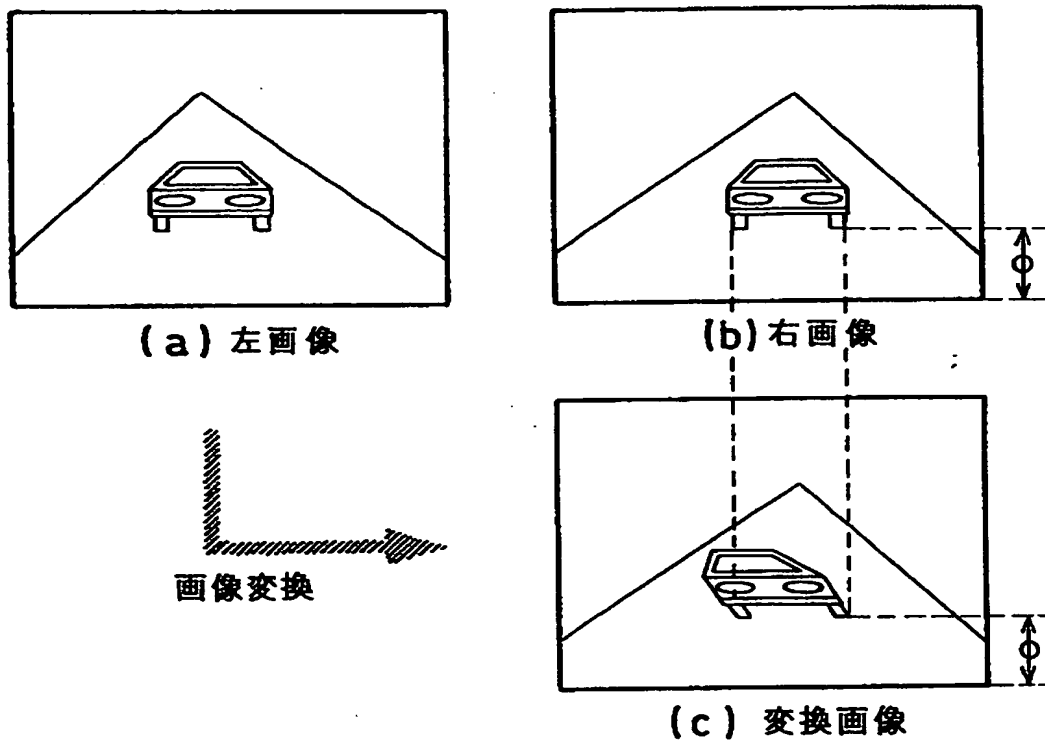
【図 3】



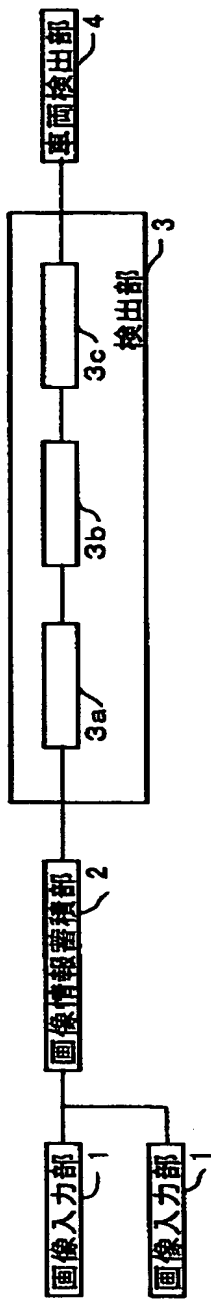
【图4】



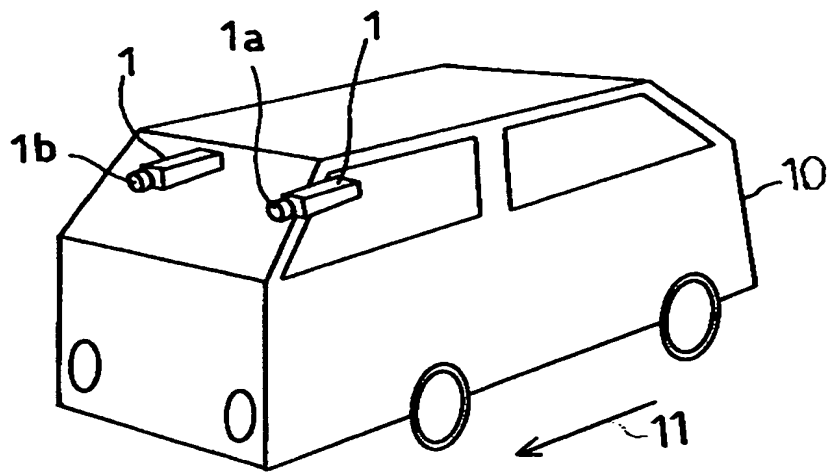
【图5】



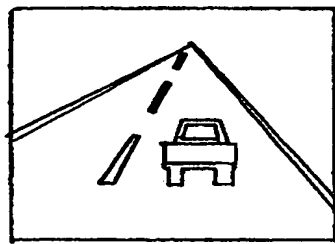
【図 6】



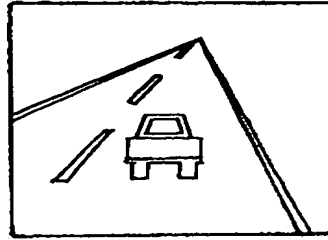
【図7】



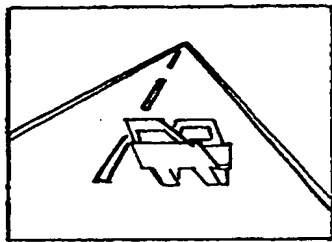
【図8】



(a)

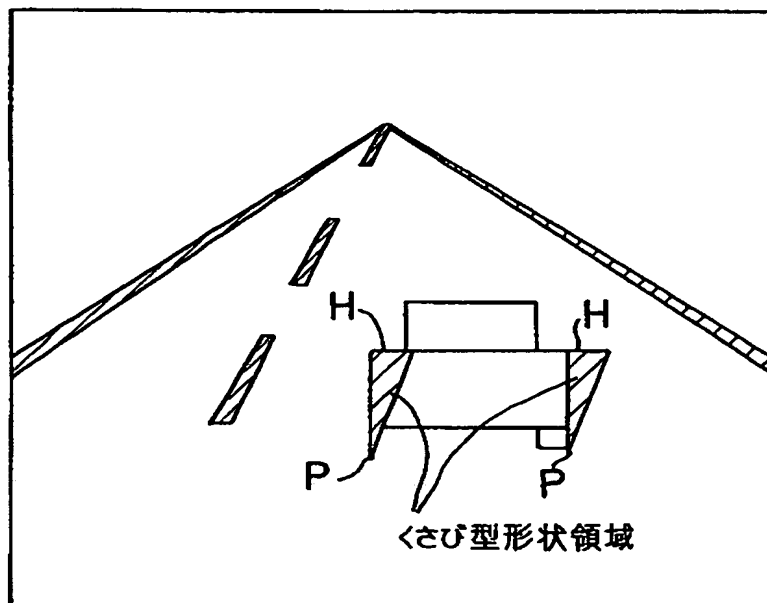


(b)

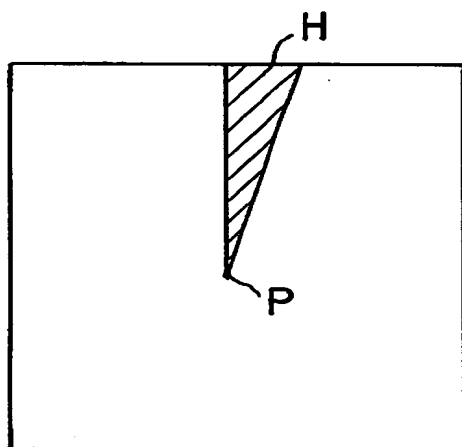


(c)

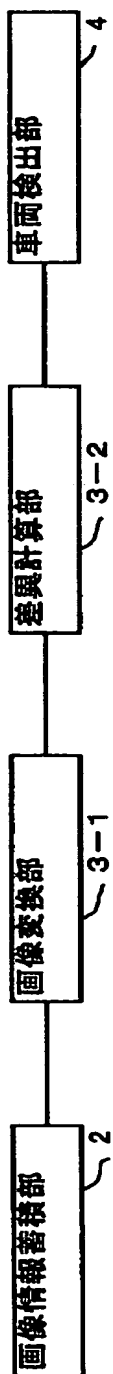
【図9】



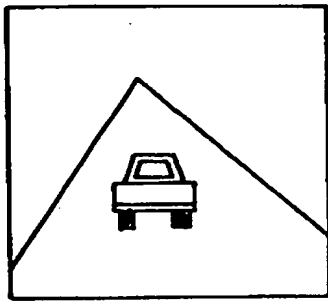
【図10】



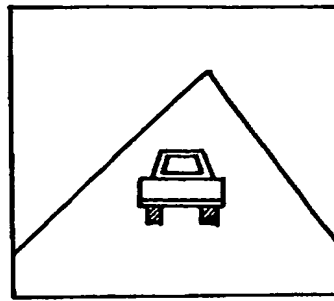
【図11】



【図12】

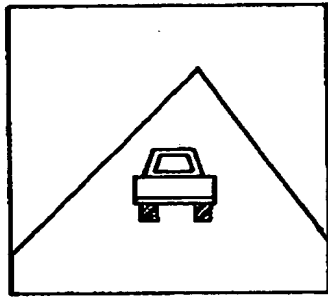


左画像



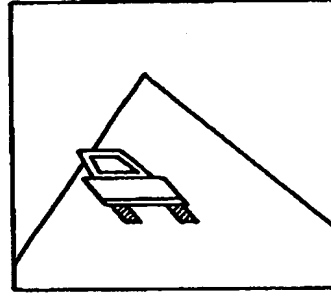
右画像

【図13】



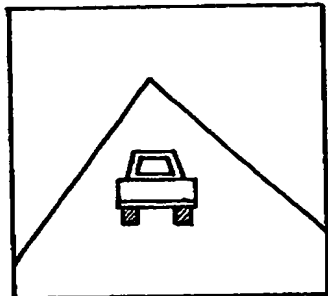
右画像

画像変換
→

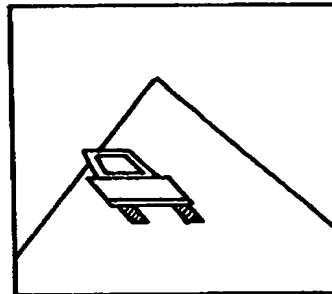


変換画像

【図14】



左画像



変換画像

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 自動車の安全運転の支援や、自動走行を実現するための技術であって、車載のステレオカメラを用いて先行車や歩行者等、道路面上に存在する障害物を高速かつ高精度に検出する障害物検出装置の提供を目的とする。

【解決手段】 画像を入力する複数台のテレビカメラを有する画像入力部 1 と、複数のカメラにより入力された複数枚の画像を蓄積する画像情報蓄積部 2 と、第 1 のカメラが撮像した画像中の画素に対応する第 2 のカメラが撮像した画像中の対応画素を得てこれら画素の輝度差を輝度差画像として求め得る検出部 3 と、求められた輝度差画像中から略くさび形状の領域を検出し検出された領域を障害物が存在する領域であるとする車両検出部 4 とから構成される。

【選択図】 図 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝